



Propuesta de mejoramiento del proceso de riego de caña de azúcar en un ingenio del Valle del Cauca

Proposal to improve the sugar cane irrigation process in a sugar mill in Valle del Cauca

Johnnatan Stick López Builes

Universidad Pontificia Bolivariana, Palmira, Colombia
✉ johnnatan.lopez@upb.edu.co

Vivian Patricia Valencia Giraldo

Universidad Pontificia Bolivariana, Palmira, Colombia
✉ vivian.valencia@upb.edu.co

Ana Cristina Galvis Galvis

Universidad Pontificia Bolivariana, Palmira, Colombia
© <https://orcid.org/0000-0002-1306-8552>
✉ anacristina.galvis@upb.edu.co

Resumen

Dentro de los procesos productivos de la caña de azúcar en el Valle del Cauca se encontró que el riego es el más costoso, debido a esto se realizó un análisis que permitió observar en un Ingenio del Valle del Cauca las causas que generan el aumento en el costo y disminución en producción. El objetivo principal de este trabajo de investigación consistió en diseñar una propuesta de mejoramiento de la eficiencia del proceso de riego de caña de azúcar dentro de la empresa. Para su consecución fue utilizado el enfoque cualitativo donde por medio de

Cita este capítulo / Cite this chapter

López Builes, J. S.; Galvis Galvis, A. C. y Valencia Giraldo, V. P. (2022). Propuesta de mejoramiento del proceso de riego de caña de azúcar en un ingenio del Valle del Cauca. En: Salazar Valencia, P. A. (ed. científica). *Gestión del conocimiento y el talento humano: enfoques desde la perspectiva empresarial*. (pp. 251-285). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; Universidad Pontificia Bolivariana. <https://doi.org/10.35985/9786287604445.7>

un grupo focal con los involucrados del proceso se realizó la caracterización en que se describió el total de actividades, responsables, métodos y criterios de control, posteriormente se realizó un segundo grupo focal con los involucrados en el proceso incluido un experto en riegos que permitió la construcción de una matriz de priorización de las problemáticas a las que se les evaluó la frecuencia, el impacto y la viabilidad de solucionarlas. Finalmente se realizó un plan de mejora que incluye el cambio de sistema de riego en 605 hectáreas buscando la eficiencia, como complemento se elaboró un plan de gestión del cambio que permitirá por medio de la comunicación, liderazgo, formación y motivación realizar los cambios sin caer en los actuales errores. Como conclusión la implementación de estos cambios permitirá a la empresa su sostenibilidad, el aumento de la productividad y la disminución de costos de producción y servirá como base para posibles nuevos proyectos además de ser utilizados en otros procesos productivos.

Palabras clave: eficiencia de riego; gestión de procesos, plan de mejoramiento, proceso.

Abstract

Within the sugar cane production processes in Valle del Cauca, it was found that irrigation is the most costly, due to this, an analysis was carried out that allowed observing in a sugar mill of Valle del Cauca the causes that generate the increase in cost and decrease in production. The main objective of this research work was to design a proposal to improve the efficiency of the sugar cane irrigation process within the company. In order to achieve this, a qualitative approach was used, where through a focus group with those involved in the process, a characterization was made describing the total activities, people in charge, methods and control criteria, then a second focus group was made with those involved in the process, including an expert in irrigation, which allowed the construction of a prioritization matrix of the problems to which the frequency, impact and feasibility of solving

them were evaluated. Finally, an improvement plan was developed that includes the change of irrigation system in 605 hectares, seeking efficiency. As a complement, a change management plan was developed that will allow, through communication, leadership, training and motivation, to carry out the changes without falling into the current errors. In conclusion, the implementation of these changes will allow the company to achieve sustainability, increase productivity and reduce production costs, and will serve as a basis for possible new projects, in addition to being used in other production processes.

Key words: irrigation efficiency; process management, improvement plan, process.

Introducción

El cultivo de caña de azúcar es el más importante del departamento del Valle del Cauca representando el 31,4% del PIB agrícola, este también se extiende por 4 departamentos llegando al 0,6% del PIB total nacional, convirtiéndola en la cuarta agroindustria generadora de ingresos y generando más de 286 mil empleos a nivel nacional, a su vez teniendo la ventaja de obtener las mayores producciones a nivel mundial de toneladas de caña por hectárea, por encima de potencias como Brasil e India, pero aunque se obtienen buenos resultados productivos los costos de producción siguen siendo muy altos comparados con estos mismos países.

Existen trabajos investigativos, como el realizado por Angulo (2002), en el cual caracteriza la labor de riego en el cultivo de caña de azúcar e identifica los sistemas de riego utilizados en Costa Rica. También fueron identificadas otras fuentes, como CENGICAÑA (2017), el cual realizó una guía de buenas prácticas agrícolas en la cual establece el paso a paso de las labores de riego que se deben realizar para el correcto uso del agua. Además, Cruz (2015), quien con su publicación manejo eficiente del riego en el cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca, también enseña características del proceso.

Por medio del presente documento fue realizada una investigación del riego de una empresa, se identificó como problema central, la existencia de un proceso ineficiente en la labor de riego. Las causas muy directas de este problema central son: la poca disponibilidad de materiales de riego, la baja eficiencia por parte del regador, la falta de supervisión y control de la labor, insuficiente disponibilidad de maquinaria para realizar dicha labor y que los cabos y supervisores no cuentan con habilidades de liderazgo para el manejo de personal. Otras causas del problema central son: los regadores tienen poca experiencia y los nuevos regadores no han recibido la capacitación necesaria para desempeñar sus funciones apropiadamente.

Igualmente, se identificaron como efectos o consecuencias del problema central los siguientes: pérdida de la oportunidad para riego del cultivo, incremento en costos de riego por hectárea, pérdida de la productividad del cultivo, mayor consumo de metros cúbicos de agua aplicados al cultivo e ineficiencia en el uso del recurso hídrico. Todo lo anterior genera unos menores márgenes de utilidad.

El principal objetivo de esta investigación fue diseñar una propuesta de mejoramiento de la eficiencia del proceso de riego de caña de azúcar en un ingenio del Valle del Cauca. Se inició con la caracterización del proceso para posteriormente realizar una matriz de priorización de problemas, la cual permitió identificar la problemática que tiene un mayor impacto y al cual se le va a diseñar el plan de acción que permita la obtención del objetivo.

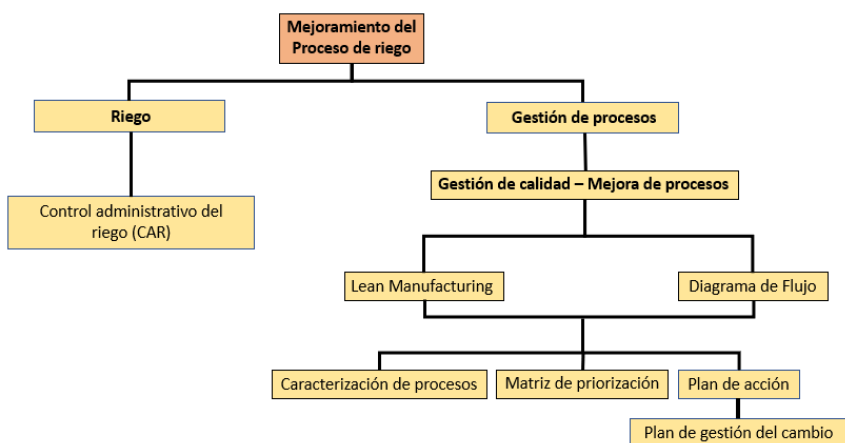
Dicho lo anterior este trabajo exploratorio descriptivo abrirá el camino a futuros estudios acerca del proceso de riego y cómo corregir las problemáticas en empresas del sector.

Marco teórico

Para las empresas del sector agroindustrial en el valle geográfico del río Cauca es necesario tener procesos bien diseñados para ejecutar en un tiempo determinado y con las herramientas más apropiadas. Para esto fueron consultados distintos autores como es el caso de Cruz (2015) quien en su manual para riego de caña de azúcar integra los pasos necesarios para la aplicación efectiva del riego al cultivo además del control administrativo de riego como metodología de gestión de calidad. En el trabajo se establecen las variables necesarias como gestión de calidad donde se consultó a Bravo (2009), y para la mejora de procesos fueron consultados distintos autores.

Dando cumplimiento a los objetivos propuestos fueron consultados Castillo & Carreño (2020), los cuales aportan toda la información necesaria para llevar a cabo la caracterización de los procesos. El objetivo de la matriz de priorización fue consultado a Gallardo (2018) y por último toda la información de la elaboración del plan de acción se utilizó la información de los autores Mulford, Jiménez, & Jiménez (2012), involucrando todos los elementos necesarios para la elaboración de la propuesta de mejoramiento del proceso de riego en un ingenio del Valle del Cauca.

Figura 1. Mapa conceptual del mejoramiento del proceso de riego.



Fuente: elaboración propia.

Riego

Ahora bien, el cultivo de caña de azúcar tiene un requerimiento de agua, el cual es el necesario para que la planta pueda realizar todos los procesos de formación de biomasa, satisfacer las necesidades de evapotranspiración y, de esta forma, crecer y efectuar sus procesos fisiológicos. Dicho requerimiento, en general, es de entre 1200 y 1500 mm anuales, dependientes de las condiciones climáticas de la zona donde esté establecido el cultivo. Debido a los factores climáticos mencionados anteriormente, la caña de azúcar requiere que sean aplicados los milímetros de agua faltantes de acuerdo con sus necesidades, según la etapa de desarrollo en la que se encuentre el cultivo (Cruz, 2015).

Exactamente en el Valle del Cauca se requieren 1.200 mm anuales para una producción de 120 toneladas de caña por hectárea, esto quiere decir que se necesitan 100 m³ de agua para la producción de 1 tonelada de caña, lo que a su vez, tiene un rendimiento promedio de 11,5% en la producción de azúcar, dicho esto, se requiere 0,87 m³ de agua para la producción de 1 kg de azúcar. (Cruz, 2015).

Debido a que se debe regar el cultivo, esta actividad se convierte en una actividad costosa acaparando entre el 30 y 60% de los costos totales de producción, donde el agua es el insumo de riego que genera el aumento del costo, ya que el agua se debe extraer de pozos profundos o superficialmente a través de bocatomas y largas conducciones por canales abiertos o entubados, para ser llevados hasta los lotes. (Cruz, 2015).

Control administrativo del riego

El control administrativo del riego (CAR) es una metodología de gestión de calidad, la cual permite un aumento del rendimiento de la labor de riego, logrando a su vez una reducción del consumo de agua, que busca una optimización de los recursos para la disminución de los costos en el cultivo de caña de azúcar (Cruz, 2014).

El control administrativo de riego es una herramienta ligada a la programación por medio del balance hídrico, donde se miden los 3 principales indicadores que son agua, tiempo y área, estas mediciones se realizan en cada evento de riego para la observación de las variables relacionadas a estos 3 indicadores. (Cruz, 2014)

La información veraz y oportuna del riego es un insumo fundamental para el generar ahorros de agua en los eventos de riego, ya que permiten corregir las prácticas inadecuadas y generar acciones de mejora continua a corto plazo por medio de programas de riego, capacitaciones del personal operativo, mejoras de la infraestructura y operaciones agrícolas. (Cruz, 2014)

Gestión de procesos

Según Bravo (2009) un proceso es una secuencia de principio a fin, que cumple un objetivo útil dentro de la organización que consiste en transformar las entradas en salidas, las cuales generan un valor agregado para el cliente. Esto quiere decir que los procesos representan el hacer de las organizaciones, por ejemplo, comercializar incluye: proyectar las ventas, realizar compras y ventas, hacer la distribución de los productos o servicios, incluye el cobrar a los clientes y el servicio posventa.

Ahora bien, la gestión de los procesos es una disciplina que ayuda a las organizaciones a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer todos sus procesos más productivos, permitiéndole a la organización ganarse la confianza de los clientes. Dicho lo anterior el principal objetivo de la gestión de procesos es el aumento de la productividad en las organizaciones. (Bravo, 2009)

Gestión de la calidad - Mejora de procesos

La gestión de la calidad es concebida como un conjunto de métodos útiles de forma aleatoria, precisa y circunstancial en distintos aspectos de los procesos administrativos (Camisón, Cruz, & González, 2006).

Aunque existen muchos autores como es el caso de Feigenbaum (1951 - citado por Camisón, Cruz, & González, 2006) quien sostiene que la calidad es esencial a la hora de dirigir una organización, añadiendo que el control de calidad es más que agrupar proyectos técnicos y actividades de motivación, sin ningún camino directivo específico. Por su parte Ishikawa (1954 - citado por Camisón, Cruz, & González, 2006) está de acuerdo con la anterior tesis manifestando que el control de calidad es la forma de pensar en la gerencia y de contemplarla; añadiendo después que se trata de un concepto revolucionario en la gerencia.

Como concepto general un sistema de gestión de calidad (SGC) comprende las actividades que utiliza una organización para la identificación de los objetivos, además de determinar los recursos necesarios para alcanzarlos. Mediante la implementación de los SGC la organización toma una decisión estratégica que le va a ayudar con el mejoramiento del desempeño global, además de proporcionarle a la organización la base para implementar las estrategias que le permitan un desarrollo sostenible (Mejías, Gutiérrez, Duque, D'Armas, & Cannarozzo, 2018).

Para la implementación de las SGC las organizaciones cuentan con varias herramientas de gestión las cuales permiten el establecimiento de políticas y responsabilidades, además la identificación de actividades claves y la asignación de recursos. Una de estas herramientas es ISO el cual ha sido uno de los enfoques más elegidos por las organizaciones para la construcción de sus SGC desde los años 80. Por la globalización el conjunto de normas más utilizado es ISO 9001, ya que les permite a las empresas ser competitivas en el mundo, a través de la excelencia empresarial (Mejías, Gutiérrez, Duque, D'Armas, & Cannarozzo, 2018).

Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo se representa en forma reducida en un esquema cuya principal función es explicar la manera en la que opera un determinado proceso el cual se dibuja por medio de flechas que detallan la dirección en la que se dirige el flujo, para realizar un buen

diagrama de flujo debe ser claro, exacto y ser útil, ya que este debe ser entendido por cualquier persona que se encuentre familiarizada con el tema. (Reyes, 2012)

Caracterización de procesos

Según Schwabe, Fuentes, & Briede (2016) la gestión de procesos es una mirada integral de la empresa y su actualidad, dándole una percepción de un sistema de procesos que se encuentran interrelacionados para aumentar significativamente la satisfacción de los clientes. Existen procesos, productos o servicios que no son catalogados como deficientes, pero que tienen una oportunidad de mejora, debido a esto es necesario que los procesos estén estructurados permitiendo que se puedan reducir los defectos. Dicho lo anterior, es necesaria la identificación de las actividades realizadas durante el proceso, con el fin de identificar las fallas que hacen que el proceso, producto o servicio tenga una calidad baja y a la vez esté generando pérdidas a la organización (Castillo & Carreño, 2020).

Matriz de priorización

Según Izar (2018) consiste en una herramienta de calidad también denominada diagrama de priorización, la cual es utilizada para elegir una opción entre varias disponibles.

Otra definición de Gallardo (2018) es una herramienta de priorización o valoración de problemas en una tabla en la que son presentados todos los criterios que van a permitir la toma de una decisión dependiendo de su importancia, permitiendo la asignación de los recursos de acuerdo con la prioridad que tiene cada elemento.

Para la elaboración de una matriz de priorización es necesario conocer el proceso que se va a priorizar, identificando los aspectos vitales, para esto se elaboran los criterios de la decisión, se les da una ponderación a los criterios, se comparan las opciones y estos se plasman en una matriz que puede ser en papel o en Excel (Gallardo, 2018).

Plan de acción

Un plan de acción es una herramienta operativa con la que cuentan las organizaciones sirviendo de guía a los directivos y personal operativo dentro de ella. El Consejo Episcopal Latinoamericano (2004 – citado por Mulford, Jiménez, & Jiménez, 2012) define el plan de acción como el proceso por el cual es asegurada la coherencia de los objetivos propuestos y la acción realizada con el fin de hacer posible la intención a la que se le apuntaba.

Dicho en otras palabras, un plan de acción es la estructuración, priorización y los pasos a seguir para la obtención de las metas propuestas; estas metas tienen que ser posibles para que sea efectivo el plan, al ejecutar el plan se debe tener en cuenta el cronograma con tiempos responsables y recursos físicos, humanos, técnicos, de capital disponibles. (Mulford, Jiménez, & Jiménez, 2012)

Gestión del cambio

El mundo avanza y se generan cambios en los distintos modelos y sistemas de todos los sectores enfocados en ser sostenibles y sustentables. Según López, Marulanda e Isaza (2011), existen dos razones: la primera es que el cambio es inherente al ser humano, y la segunda es que, debido a las exigencias del día a día, se hace necesario cambiar en busca de la perfección.

Al realizar cambios dentro de la organización se genera incertidumbre respecto al alcance que va a tener dicho cambio lo que puede generar que se caiga en problemas, traspies y descuidos en la realización del proyecto de cambio (Barroso & Delgado, 2007).

Para realizar cambios dentro de una organización es necesario que estos satisfagan las necesidades de los clientes internos y externos, como es el caso de la inserción de nuevas tecnologías que buscan la obtención de mejores resultados financieros y la satisfacción de dichos clientes (Ferrer, 2015).

Se debe tener un plan de gestión del cambio en que cada una de las personas tenga sus responsabilidades establecidas, dentro del plan se encuentra proporcionar información a los líderes para potenciar su participación; otro aspecto es la comunicación ya que se deben implementar mecanismos que la faciliten; también se deben reforzar la formación en las habilidades necesarias; por último mantener la motivación del personal por medio crecimiento personal y profesional (Ferrer, 2015).

Metodología

Se generó una investigación cualitativa, con enfoque exploratorio-descriptivo. Se hicieron grupos focales y consulta expertos, tanto para la caracterización como para la priorización de problemáticas. Los participantes fueron los diferentes roles que están relacionados con el proceso de riego de la caña de azúcar en un ingenio del Valle del Cauca.

Resultados

Caracterización el proceso de riego de caña de azúcar en un ingenio del Valle del Cauca

La caracterización de los procesos se realiza mediante un estudio de todos los elementos que tengan una entrada y una salida, en el caso del riego la entrada sería el requerimiento hídrico de la planta de caña de azúcar y la salida sería el riego de dicha planta.

Para realizar la caracterización de la labor de riego de caña de azúcar se realizó un grupo focal al que fueron convocados todos los involucrados en el proceso de riego, fueron invitadas 14 personas de la compañía.

El grupo focal tenía como propósito la definición del paso a paso de la labor de riego y además de definir el objeto, responsables, controles, registros de control, indicadores de gestión, actividades realizadas y las problemáticas existentes en el proceso de riego.

El grupo focal fue realizado de manera presencial y tuvo una duración de 1 hora donde el estudiante investigador sirvió de moderador dirigiendo la reunión y adentrándose en cada uno de los temas descritos anteriormente, en el cual todos los integrantes expresaron sus opiniones con respecto al proceso.

Objeto

Garantizar el requerimiento hídrico del cultivo de caña de azúcar a través del riego

Responsables

Cada una de las entradas cuenta con actividad que debe ser realizada por la persona responsable para que esta sea convertida en una salida, para el proceso de riego los responsables son:

- Cabo de labores
- Supervisores
- Oficios varios de campo
- Jefe de zona
- Operario de tractor
- Auxiliar administrativo

Elementos de entrada y salida

Los elementos de entrada en el proceso de riego inician por el requerimiento hídrico de la planta, en el proceso es llamado inicio, que al

realizar una actividad que en este caso sería ingresar datos de precipitaciones y área regada en el Balance hídrico priorizado v.4.0 de Cenicña, es convertido en una salida que para este caso sería el Balance hídrico para verificar en campo. Cada actividad de salida generalmente se convierte en la siguiente entrada haciendo que el proceso se encuentre interrelacionado entre sí y que la actividad realizada por el responsable sea transformada en una salida lista para iniciar en el siguiente paso.

Tabla 1. Elementos de entrada con los responsables en proceso de riego.

RESPONSABLES DE CONVERTIR ENTRADAS EN SALIDAS		
ENTRADAS	RESPONSABLE	SALIDAS
Requerimiento hídrico de las plantas	Auxiliar recursos hídricos	Balance hídrico para verificar en campo
Balance hídrico para verificar en campo	Cabo de labores	Autorización de suertes para riego
Autorización de suertes para riego	Jefe de zona	Suertes autorizadas para programación de riego
Suertes autorizadas para programación de riego	Supervisor	Programa de riego semanal
Programa de riego semanal	Cabo de labores	Programa de maquinaria mano de obra y materiales para riego
Programa de maquinaria mano de obra y materiales para riego	Operario de tractor - Oficios varios	Área lista para el inicio del riego
Área lista para el inicio del riego	Oficios varios	Área regada
Área regada	Cabo de labores	Registros de riegos en el sistema
Registros de riegos en el sistema	Auxiliar Zona	Indicadores de rendimientos y costos de riego

RESPONSABLES DE CONVERTIR ENTRADAS EN SALIDAS		
ENTRADAS	RESPONSABLE	SALIDAS
Indicadores de rendimientos y costos de riego	Jefe de zona - Supervisor	Oportunidades de mejora
Oportunidades de mejora	Jefe de zona - Supervisor	Mejoramiento continuo

Fuente: elaboración propia

Controles

Cada una de las actividades cuenta con la metodología para realizar el control y el criterio de control los cuales permiten garantizar que cada entrada sea realizada de la mejor manera para convertirse en una salida.

Tabla 2. Actividades con su método y criterio de control.

Actividades con su método y criterio de control		
Actividad	Método de control	Criterio de control
Ingresar datos de precipitaciones y riegos en el Balance hídrico priorizado v.4.0 de Cenicaña.	Ingresar semanalmente las lluvias y área regada al sistema	Lluvias de la semana Área regada
Validar humedad en campo a través del método organoléptico y tomar fotografías	Hacer calicatas tomando muestras de suelo a 20 y 40 cm de profundidad Determinar visual y al tacto la humedad	Mojada: Esperar Humedad: Esperar Ligeramente humedad: Programar riego
Validar humedad en App a través de sensores de potencial mátrico	Revisión estado de la suerte en App Potencial mátrico	Tensión de sensores Alta y baja=0: Esperar Alta=20 Baja=40: Programar riego

Actividades con su método y criterio de control		
Actividad	Método de control	Criterio de control
Analizar la información de las verificaciones para toma de decisiones	Con las fotografías y el estado de la suerte en la App se autoriza el inicio del riego	Edad del cultivo Entre 4-8 meses: Prioridad Numero de riegos Humedad aparente en fotografías Estado de tensión en App
Realizar programación de riego semanal	En Excel realizar programación de riego según prioridad en balance hídrico y autorización del jefe de zona	Días para riego en Balance hídrico Autorización del jefe de zona
Programar la maquinaria, mano de obra y materiales requeridos para el inicio de la labor de riego	Calcular la cantidad de maquinaria, mano de obra y materiales necesarios para la semana	Según las hectáreas para riego se determina la maquinaria y materiales Según las fuentes de riego y sus horas de operación se determina la mano de obra
Acondicionar área de riego con equipo mecánico	Con tractor e implementos organizar sitios de riego	Según las características del lote realizar pestañas en cabecera para instalar tubería y en el pie para evitar desperdicios
Recoger e instalación de material en área lista para riego	Con tractor y personal oficios varios llevar el material requerido en sitios de riego	Instalación de materiales para riego en suertes programadas
Realizar el riego del cultivo	Se pone el agua en el inicio y se espera hasta que llegue al final del surco controlando la velocidad de avance por medio de los litros al inicio	Velocidad de avance del agua en el surco entre 1 y 2,5 metros por minuto Metros cúbicos en suerte menor de 1400
Realizar apuntamientos al sistema de datos de mano de obra y maquinaria en sistema Siagri	Por medio de terminal móvil realizar apuntamientos diarios al sistema de mano de obra y maquinaria.	Registro de mano de obra, tipo de fuente, rendimiento, cantidad de agua utilizada, área realizada. Registro de maquinaria e implementos utilizados, hora de inicio y final, horómetro en tractor o pozo y producción en área realizada.

Actividades con su método y criterio de control		
Actividad	Método de control	Criterio de control
Realizar actualización de indicadores de rendimientos y costos de maquinaria, mano de obra y riego	Elaboración de indicadores de mano de obra, maquinaria y costos en Excel, utilizando el registro en el sistema Siagri.	Indicadores Maquinaria: Rendimientos, horas de operación, tiempos perdidos, cumplimiento del programa. Mano de obra: Rendimientos, área regada, metros cúbicos, cumplimiento del programa. Costos: Por hectárea, suerte, metro cúbico, elemento de costo.
Analizar los indicadores de rendimientos y costos de mano de obra, maquinaria y riegos	Reunión semanal para el análisis de indicadores de rendimientos y costos de maquinaria, mano de obra y riegos.	Indicadores Maquinaria: Rendimientos, horas de operación, tiempos perdidos, cumplimiento del programa. Mano de obra: Rendimientos, área regada, metros cúbicos, cumplimiento del programa. Costos: Por hectárea, suerte, metro cúbico, elemento de costo.
Realizar plan y ejecución de mejoramiento continuo en indicadores de rendimientos y costos	Reunión mensual para implementar prácticas que ayuden aumentar los rendimientos y disminuir los costos.	Benchmarking con los proveedores de caña y otras empresas Implementación de la mejora continua. Implementación de nuevas tecnologías.

Fuente: elaboración propia.

Registros del proceso

En el proceso se realizan unos registros denominados apuntamientos los cuales son realizados por el Cabo de labores a través de una terminal móvil donde registra todos los datos relacionados en el proceso

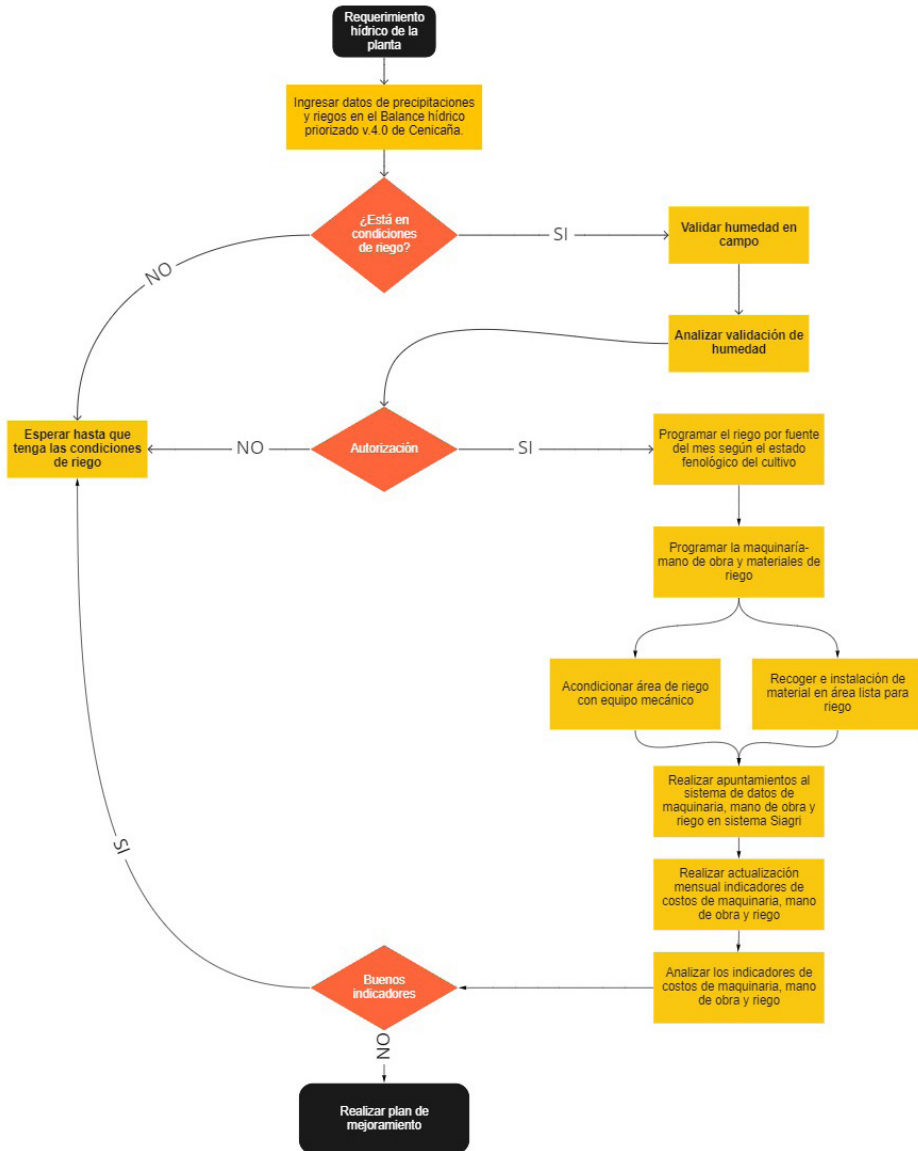
Indicadores

Los indicadores de gestión que permiten las mediciones del desempeño y los rendimientos, para el proceso de riego de caña de azúcar se utilizan los siguientes indicadores:

- Costos de riego por hectárea por elemento de costo
- Costo de metro cúbico aplicado al cultivo
- Pérdidas de agua en conducción a los lotes
- Rendimiento por regador
- Rendimiento por tipo de fuente de agua
- Metros cúbicos aplicados
- Rendimientos de labores complementarias

Diagrama de flujo del proceso de riego

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de riego en un ingenio del Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia

Matriz DOFA

Por medio de esta herramienta se permite identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se pueden presentar en sus entornos internos y externos, además de permitir una correcta toma de decisiones, realizada de una forma sencilla y fácil de aplicar a cualquier proceso dentro de las compañías (Sánchez, 2020).

En la reunión del grupo focal realizada con la jefe de recursos hídricos, jefe de zona, supervisores, cabos de labores, auxiliares y oficios varios del campo, fueron revisadas las condiciones internas y externas tanto de la compañía como del proceso de riego

En el análisis a la matriz DOFA realizada al proceso de riego de una empresa en el Valle del Cauca, se encontró que las debilidades presentes en el proceso están amarradas a una serie de actividades que le restan valor a este importante proceso, siendo la mayoría de estas actividades de rápida solución con los recursos disponibles. Además, dentro de las oportunidades, se cuenta con un mercado ya maduro que ha realizado importantes mejoras a los sistemas que permiten evitar las pérdidas en tiempos, investigación y costos. Por otro lado, las fortalezas con las que se cuenta son la parte del recurso humano con la experiencia necesaria para la implementación de un sistema de riegos eficientes de manera integrada entre todos. Por último, las amenazas más significativas son las condiciones climatológicas de la ubicación de los lotes y las demoras en la implementación de sistemas con mayor eficiencia en riegos.

Matriz de priorización de las problemáticas del proceso de riego en un ingenio del Valle del Cauca


Se realizó un grupo focal con la jefe de recursos hídricos, jefe de zona, supervisores, cabos de labores, auxiliares y oficios varios responsables del proceso de riego en la empresa, en el cual fueron identificados los problemas que afectan el correcto desarrollo del proceso de la labor de riego.

A los problemas se les evaluaron tres aspectos que fueron la frecuencia, el impacto y la viabilidad. Los asistentes al grupo focal le dieron una puntuación entre 1 y 3 a la frecuencia en la que fue calificada la pregunta ¿Qué tan frecuente es el problema? Calificando 1 si la frecuencia es baja, 2 si es media y 3 si es alta.

En el impacto de cada problema se dio solución a las preguntas ¿Cuáles son los problemas más importantes? Y ¿Cuáles son los problemas que quiere resolver? Calificando 1 si su impacto es bajo y no genera impacto negativo en las finanzas, 2 si su impacto es medio y sí genera impacto negativo en las finanzas y 3 si su impacto es alto y genera impacto negativo en las finanzas y en la producción.

El último aspecto calificado fue la viabilidad dando solución a las preguntas ¿Qué tan realista es que podamos resolver el problema?, ¿Será fácil o difícil? Calificando 1 si para solucionar el problema es necesaria una inversión económica grande y sus resultados no se reflejarán en el corto plazo, 2 si su solución requiere de una gran inversión económica y su resultado sí se reflejará en el corto plazo y 3 si su solución requiere de una inversión pequeña y su resultado se reflejará en el corto plazo.

Figura 3. Matriz de priorización de problemas en el Proceso de riego.

 Manuelita		Matriz de priorización de problemas Proceso de riego Manuelita Azúcar y Energía				
Problemáticas encontradas en el grupo focal	Frecuencia	Impacto		Viabilidad		Total
	¿Qué tan frecuente es el problema?	¿Cuáles son los problemas más importantes?	¿Cuáles son los problemas que quiere resolver?	¿Qué tan realista es que podamos resolver el problema?	¿Será fácil o difícil?	
Sistemas de riegos ineficientes	3	3	3	2	2	13
Falta de control y supervisión de la labor	1	2	3	3	3	12
Falta de acompañamiento de jefes y supervisores	1	2	3	3	3	12
Incumpliendo de programaciones	1	2	2	3	3	11
Mala actitud del personal de operativo	1	2	2	3	3	11
Poca disponibilidad de maquinaria	3	3	3	1	1	11
Disminución en la disponibilidad del agua para riego	3	3	3	1	1	11
Pérdidas en conducciones de agua a los lotes	2	2	3	2	1	10
Mala programación de labores	1	1	2	3	3	10
Materiales en mal estado	2	2	2	2	2	10
Labores complementarias con baja calidad	2	2	3	1	1	9
Personal contratista sin capacitación de riego	1	1	1	3	3	9
Poca disponibilidad de mano de obra	1	1	1	3	3	9
Callejones sin reparación después de cosechar	1	1	1	3	3	9
Inseguridad física en el área de riego	2	2	3	1	1	9
Demoras en labores culturales (Encalle, Subsuelo, fertilización)	2	2	2	1	1	8
Dependencia de externos para reparaciones	1	1	1	2	3	8
Poca disponibilidad de materiales	1	1	2	2	2	8
Desperdicios de agua por regadores	1	2	2	1	1	7
Demoras en cosechas	3	1	1	1	1	7

Fuente: elaboración propia.

Según los participantes del grupo focal, el problema principal son los sistemas de riego ineficientes. Esto se debe a que el consumo de agua es muy elevado y la necesidad de utilizar maquinaria y mano de obra adicional aumenta los costos. Resolver esta problemática podría conducir a beneficios significativos, incluyendo mejoras en la producción y reducción de costos. Además, solucionar este problema podría eliminar otras dificultades relacionadas con la disponibilidad de maquinaria, mano de obra y materiales, y ayudaría a la empresa a mejorar su competitividad en comparación con otras empresas del sector.

Plan de mejoramiento del proceso de riego de caña de azúcar

En la actualidad se cuenta con 4.899 hectáreas propias y 5.244 hectáreas de participación para un total de 10.143 hectáreas sembradas en

caña de azúcar de manejo directo por parte de la empresa de las cuales son regadas por gravedad, con sistemas de riego poco eficientes como es el caso de acequias, politubulares y tubería con compuertas, teniendo consumos en promedio de 2500 m³ por hectárea y pérdidas de agua en conducciones a los lotes superiores al 20%.

En el grupo focal, durante la caracterización del proceso de riego y la matriz de priorización de las problemáticas que afectan la efectividad del riego de caña de azúcar, los asistentes a la reunión decidieron otorgar una mayor puntuación al problema de que la empresa cuenta con sistemas de riego ineficientes. El plan para abordar esta cuestión consiste en aumentar la instalación de sistemas de riego tecnificados. Esto permitirá reducir el consumo de metros cúbicos de agua aplicados al cultivo y, al mismo tiempo, disminuir los costos relacionados con la mano de obra y la maquinaria.

Debido a lo mencionado anteriormente, se realizará una propuesta para instalar sistemas de riego tecnificados, lo que permitirá a la organización tomar decisiones que impulsen la sostenibilidad ambiental y económica, al mismo tiempo permitirle destacarse frente a sus competidores en términos de calidad. Además, se creará un plan de gestión del cambio con el objetivo de abordar algunas de las problemáticas identificadas en la matriz de priorización y el árbol de problemas.

Propuesta de cambio de sistemas de riego en haciendas propias

En la actualidad solo se cuentan con 197 hectáreas con sistemas de riego tecnificados distribuidos en 120,16 ha en riego por pivote central en la hacienda C y 76,84 ha en riego por goteo en la hacienda Ca, lo cual solo nos da un 4% de área propia instalada, generando una notable reducción de metros cúbicos aplicados al cultivo del 72% pasando de 2500 a 700 m³ por hectárea regada con estos sistemas. Por lo anterior se propone aumentar la instalación de riegos tecnificados en 605 ha para llegar al 16% del área propia.

Esto tendrá un beneficio en la sostenibilidad de la compañía ya que impactará directamente los 3 pilares de la sostenibilidad en la parte económica se calcula que el metro cúbico de agua tiene un valor de \$285 si tenemos un ahorro cercano a 1800 m³ por hectárea será un ahorro de \$513.000 por hectárea regada, en la parte ambiental se genera un impacto aún más importante, ya que se disminuiría el agua utilizada para el levante del cultivo generando mayor eficiencia del recurso hídrico, en cuanto a la parte social se generaran empleos técnicos donde el personal además de tener una mejor remuneración por la actividad realizada va a ser especialista en el manejo de sistemas de riego tecnificados.

Este plan de instalaciones de riegos por goteo y pivote será efectuado en las haciendas que presenten mayores consumos de metros cúbicos aplicados, menor disponibilidad hídrica, menor rendimiento en riegos y mayores problemáticas en conducción de aguas.

Presupuesto

En cuanto a la inversión total para las 605 hectáreas sería mayor a los 8 mil millones y la ejecución de dichos proyectos se realizará con empresas especializadas del sector, por medio de un contrato llave en mano, en el cual la empresa contratista se hará responsable tanto del diseño como de la ejecución, con los precios y tiempos establecidos, en cuanto a la empresa, el jefe de proyectos y la zona beneficiada estarán implicados y revisarán el correcto desarrollo en cada una de las etapas de la ejecución.

Tabla 3. Inversión total por hacienda, bloque y sistema de riego.

Inversión total por hacienda, bloque y sistema de riego seleccionado				
Hacienda	Bloque	Área	Sistema de riego	Inversión en capital
C	Bloque 5	68,47	Goteo	\$ 1.246.154.004
	Bloque 6	89,01	Goteo	\$ 1.619.982.005
F	Bloque 2	120,52	Pivote	\$ 1.146.145.200
	Bloque 3	56,73	Goteo	\$ 1.032.486.013
	Bloque 5	91,89	Pivote	\$ 873.873.900
A	Bloque 3	32,88	Goteo	\$ 598.416.020
	Bloque 5	25,25	Goteo	\$ 459.550.022
Au	Bloque 1	120,41	Pivote	\$ 1.145.099.100
Total		605,16		\$ 8.121.706.264

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la inversión es alta se plantea un retorno en los próximos 5 años debido al aumento de 45 toneladas de caña por hectárea en promedio en las haciendas seleccionadas y un ahorro de \$513.000 por hectárea por evento de riego, debido al ahorro en mano de obra, maquinaria y metros cúbicos utilizados.

Gestión para el cambio

Al cambiar el sistema de riego por gravedad utilizado durante toda la historia de la compañía por un sistema de riego más eficiente con

nuevas tecnologías se puede generar una resistencia al cambio, donde los trabajadores directamente implicados en la operación y supervisión de estos nuevos sistemas pueden caer en los mismos errores evidenciados en el proceso de riego actual.

Dicho lo anterior es necesario realizar un plan de gestión del cambio que les permita adaptarse a las altas y bajas emociones que se pueden sentir durante la transición hasta llegar a la adaptación. Este plan debe ir dirigido inicialmente a líderes del proyecto que en este caso serían los jefes de zona, supervisores y cabos de labores, para posteriormente ser implementado en personal operativo de campo, los cuales deben tener el mismo compromiso que los líderes, ya que van a realizar toda la operación y mantenimiento de estos nuevos sistemas.

Los pilares fundamentales que deben ser trabajados para la gestión del cambio son la comunicación, formación, liderazgo y motivación que les permita a los colaboradores pasar de no entender o de sentir que está haciendo algo imposible, a apasionarse de estos nuevos sistemas y que sientan que ellos son parte del cambio que se necesita en la compañía y en el sector. Cabe mencionar que con este plan se puede dar solución a otras de las problemáticas encontradas en el grupo focal.

Plan de comunicación para el cambio de sistemas de riego

Debido al cambio de sistemas de riego tradicionales por riegos tecnificados se hace necesaria la creación de un plan de comunicaciones el cual busca crear un mensaje unificado en los colaboradores de la compañía y quienes desarrollan la implementación del proyecto, en el plan de comunicación encontraremos cuál es su objetivo, para cuáles colaboradores está diseñado, cuál es el mensaje que se busca dar, los recursos que se van a utilizar, los canales, los indicadores y la revisión del cumplimiento del objetivo.

Plan liderazgo para el cambio de sistemas de riego

Para que la gestión del cambio se dé de una manera efectiva es necesaria la participación de los líderes ya que estos son los responsables directos del cambio de los sistemas de riego tradicionales y van a ser quienes ejecuten la operación de los nuevos sistemas de riego tecnificados, por esto es necesario realizar un plan de liderazgo el cual les dé a los colaboradores las herramientas necesarias para gestionar los cambios de la mejor manera.

Plan de formación para el cambio de sistemas de riego

La implementación de un plan de formación en los nuevos sistemas de riego se hace fundamental para gestionar el cambio ya que los colaboradores van a ampliar sus conocimientos, habilidades y competencias, las cuales son necesarias para el correcto desarrollo y posterior éxito de los proyectos.

Plan de motivación para el cambio de sistemas de riego

La motivación de los colaboradores participantes del plan de cambio de sistemas de riego está directamente relacionada con el éxito que van a tener los proyectos, ya que ellos van a ser quienes hagan funcional el sistema y se le pueda sacar el máximo provecho, debido a lo mencionado anteriormente se hace necesario el establecimiento un plan de motivación que nos permita cumplir con los objetivos propuestos.

Costo beneficio plan de mejora

La inversión por realizar es alta, pero es una puesta en marcha que permitirá a la compañía obtener mejores resultados en costos y en rendimientos, lo que supone una notable mejoría siendo más competitivos.

Tabla 4. Inversión total del plan de mejora de sistemas de riego y plan de gestión del cambio.

Inversión Total	
Plan	Valor
Instalación 605 ha de riegos tecnificados	\$ 8.121.706.264
Plan de comunicación nuevos proyectos de riego	\$ 47.680.000
Plan de liderazgo nuevos proyectos de riego	\$ 49.480.000
Plan de formación nuevos proyectos de riego	\$ 34.080.000
Plan de motivación nuevos proyectos de riego	\$ 122.728.000
Total	\$ 8.375.674.264

Fuente: elaboración propia.

El retorno del total de la inversión se prevé a 5,71 años ya que se generará una disminución del 70% de los m³ aplicados al cultivo, además de una reducción del 50% de mano de obra y del 100% de maquinaria, teniendo como ventaja que la vida útil de los sistemas de riego de pivote y goteo es superior a los 20 años, garantizando a la compañía tener sostenibilidad en el tiempo y aumentar su rentabilidad.

Tabla 5. Valor presente neto y relación costo beneficio.

Valor presente neto del proyecto		
Año	Valor (mm)	Valor presente
0	-\$8.376	-\$8.376
1	\$3.958	\$3.472
2	\$6.317	\$4.860
3	\$6.985	\$4.714
4	\$5.912	\$3.501
5	\$3.040	\$1.579
Tasa de descuento		14%
VPN		\$9.750
C/B		2

Fuente: elaboración propia.

Para el caso del cambio de los sistemas de riego convencionales por riegos tecnificados el resultado fue 2 lo que significa que realizar los proyectos de cambios de sistemas en estas haciendas si es rentable ya que cuentan con un mayor potencial en productividad.

Conclusiones

La caracterización del riego permite identificar cada una de las actividades que se deben realizar durante proceso, lo cual genera una guía paso a paso en las cuales se puede realizar una medición y en caso de falla hallar con rapidez el problema y generar un oportuno plan de mejora, corrigiendo las fallas.

Dicho lo anterior la herramienta matriz de priorización permite identificar los problemas y asignarle una calificación que permitirá enfocarse en cuál generará mayor impacto al ser resuelto, siendo de gran utilidad a la hora de asignar recursos.

A los problemas encontrados en la caracterización del proceso de riego y posterior priorización se realizó el plan de mejora que incluye el cambio de los sistemas de riego por gravedad por sistemas de riego más eficientes como el goteo y el pivote en 605 ha propias, que mejorarán significativamente varias de las problemáticas encontradas en la matriz de priorización.

Finalmente, se realizó un plan de gestión del cambio que incluye mejorar los aspectos de comunicación, liderazgo, formación y motivación que va a permitir a los colaboradores que están involucrados en el cambio de sistemas de riego en estas 4 haciendas obtener todas las habilidades necesarias para sacar el máximo provecho de los proyectos y obtener todos sus beneficios.

Dicho lo anterior, la complementación de ambos planes busca evitar que sean cometidos los errores actuales y que sirva como base para

superar el resto de problemáticas encontradas y los futuros cambios que permitan a la compañía su sostenibilidad en el tiempo.

Implementar la mejora continua en el resto de los procesos permitiendo a la empresa avanzar en la competitividad del sector mejorando notablemente los costos de producción.

Los diferentes componentes del plan de gestión del cambio no solo deben ser implementados en los nuevos proyectos, también se deben incluir los sistemas de riegos actuales enfocándose en la excelencia de los procesos.

El cambio de sistemas de riego se debe extender al 90% del área propia de la empresa que se riega con pozos profundos, por esto es necesario que se planteen las siguientes haciendas que presentan problemáticas para generar un plan de instalación.

A las haciendas de manejo directo por parte de la empresa se les debe realizar de la misma manera un plan de cambio de sistemas que permita a la Empresa convertirse en el referente del sector como la compañía que tiene el menor consumo de agua en el levante de sus cultivos.

Este trabajo servirá como guía para futuras investigaciones acerca del proceso de riego en caña de azúcar.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Bogotá. (2020). Aspectos metodológicos para la elaboración del Plan de Acción de las políticas públicas distritales. SDP, 5-12.

Amaya, P., Félix, E., Rojas, S., & Díaz, L. (2020). Gestión de la calidad: un estudio desde sus inicios. *Revista Venezolana de Gerencia Volumen 25, Número 90*, 632-647.

- Angulo, Á. (2002). Caracterización del riego en el cultivo caña de azúcar, de Costa Rica. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 1-12.
- Aranda, E., Salgado, S., Ramos, J., Hernández, E., & Vargas, L. (2019). Cambios en la composición de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) entera durante el almacenamiento post-cosecha. *Agro Productividad* Vol. 12 Núm 7, 12-33.
- Arce, C. A. (2020). Plan estratégico Creando valor en la Gerencia de campo del Ingenio Manuelita a partir de Lean Thinking como pilar de transformación y sostenibilidad. *Icesi*, 1-32.
- Asocaña. (2021). Informe Anual. Cali - Valle del Cauca: Sector Agroindustrial de la caña.
- Balmaceda, L. (2006). Planificación de fincas. Universidad Nacional Agraria Facultad de Desarrollo Rural, 5.
- Barroso, G., & Delgado, M. (2007). Gestión del cambio organizacional a través de proyectos. *Ingeniería Industrial*, vol. XXVIII, núm. 1, 42-47.
- Bermúdez, A., & Millán, J. (2013). Metodología para el Mejoramiento en los Procesos de Dirección de Proyectos del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE. Universidad EAN, 1-74.
- Bravo, J. (2009). Gestión de Procesos. Santiago de Chile: Evolución S.A.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S. A.
- Castillo, J., & Carreño, D. (2020). Diseño metodológico para la caracterización de procesos, caso empresas metalmeccánicas del departamento de Boyacá. *INGE CUC*, vol. 16 no. 1, 241-251.

- CENGICAÑA. (2017). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar. En CENGICAÑA, Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar (pág. 84). Guatemala: Comité Técnico Agrícola de CENGICAÑA.
- CENICAÑA. (2014). Informe anual. Cali: Centro de investigación de la caña de azucar de Colombia.
- Cruz, J. R. (2014). Control administrativo del riego: Guía metodológica. Cali: Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia.
- Cruz, J. R. (2015). Manejo eficiente del riego en el cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río cauca. Cali: Centro de investigación de la caña de azúcar de Colombia.
- Demin, P. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego; Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. *Sistemas de Riego*, 28.
- Drucker, P. (2005). *Gestionar para la eficacia en los negocios*. New York: Harvard Business Review.
- EHU. (2010). *Glosario de términos de calidad*. España: Universidad del País Vasco. Obtenido de <https://www.ehu.eus/documents/2632144/2634184/Glosario+t%C3%A9rminos+calidad.pdf>
- Escaida, I., Jara, P., & Letzkus, M. (2016). Mejora de procesos productivos mediante Lean Manufacturing. Trilogía. *Facultad de Administración y Economía*, 26-55.
- Ferrer, R. (2015). La influencia del factor humano, el liderazgo y la cultura de las organizaciones en los procesos de implementación y gestión del cambio organizacional. *Revista internacional de investigación en ciencias sociales* Vol 11. No. 1, 102-114.

- Fuentes, J. L. (1992). Aguas subterráneas. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca Y Alimentación.
- Gallardo, V. (2018). Modelo para medir la eficacia del sistema de gestión de calidad basado en la matriz de priorización en una empresa de Metal Mecánica Muebles Continental. Universidad de San Carlos de Guatemala, 50-200.
- Garces Eder S.A.S. (2019). Guía para labores del cultivo de caña de azúcar. Universidad Autónoma de Occidente, 1-44.
- García, J. L., Díaz, J. R., Sánchez, C., Limón, J., Jiménez, E., Javierre, C., & Rodríguez, M. A. (2021). Lean Manufacturing Tools Applied to Material Flow and Their. Economic Sustainability. Sustainability, 1-18.
- Hammer, M. (2006). La agenda. Barcelona: Deusto.
- Hernandez, H., Barrios, I., & Martínez, D. (2018). Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. Criterio Libre Vol. 16 Núm. 28, 179-195.
- Israelsen, O., & Hansen, V. (1985). Principios y aplicaciones del riego. En O. Israelsen, & V. Hansen, Principios y aplicaciones del riego (pág. 10). Barcelona: Reverté S.A.
- Izar, J. M. (2018). Calidad y Mejora Continua. En J. M. Izar, Calidad y Mejora Continua (pág. 117). Rioverde: LID Editorial.
- López, M., Marulanda, C., & Isaza, G. (2011). Cultura organizacional y gestión del cambio y de conocimiento en organizaciones de Caldas. Revista Virtual Universidad Católica del Norte”.No. 33, 1-23.
- Mahecha, J. (2017). Generalidades de los sistemas de riego. Uniminuto, 1-23.

- Manuelita. (2021). Informe sostenibilidad 2019-2020. Palmira: Manuelita.
- Marín, F. R., Inman Bamber, G., Silva, T. G., Vianna, M. S., Nassif, D. S., & Carvalho, K. S. (2020). Sugarcane evapotranspiration and irrigation requirements in tropical climates. *Theoretical and Applied Climatology*, 1349–1357.
- Martínez, C. E. (2002). Administración de Organizaciones, competitividad y complejidad en un contexto de globalización. En C. E. Martínez, Administración de Organizaciones, competitividad y complejidad en un contexto de globalización. (págs. 162-290.). Bogotá: Unibiblos.
- Mejías, A., Gutiérrez, H., Duque, D., D'Armas, M., & Cannarozzo, M. (2018). Gestión de la Calidad: Una herramienta para la sostenibilidad organizacional. Valencia: Universidad de Carabobo. 1ra Ed.
- Montesinos, S., Vázquez Cid de León, C., & Maya, I. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia*, vol 25, núm 92, 1863-1883.
- Mulford, M., Jiménez, J. M., & Jiménez, C. (2012). Fundamentos teórico-esenciales a considerar al hacer un plan de acción. *Revista Aglala*, 27-42.
- Pardo, J. M. (2015). Configuración y usos de un mapa de proceso. En J. M. Pardo, Configuración y usos de un mapa de proceso (págs. 23-30). Madrid: ProQuest ebrary.
- Pineda, H., & Revelo, L. (2012). Evaluación hidráulica de un sistema de riego por compuertas en La Hacienda El Once, corregimiento de Palmaseca. Universidad Del Valle, 1-12.
- Rebollar, S., Cervantes, A., Jaramillo, B., Cardoso, D., & Rebollar, A. (2017). Costos de producción y rentabilidad de la caña de azúcar

para fruta (*Saccharum officinarum*) en una región del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 41, 808-817.

Rengifo, E. (2018). Propuesta Estratégica para el Mejoramiento de la Gestión de Procesos del Macroproceso Gestión de la Tecnología Informática de la Secretaría de Educación del Municipio de Turbo. (Trabajo de Grado). Universidad Nacional a Distancia, Turbo. Colombia. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17237/Libro%20Proyecto_Elasio%20Rengifo%20Renter%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Reyes, R. (2012). Propuesta de estándar para documentos de ingeniería de proyectos en La Fes Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, 1-86.

Rivas, C., Villegas, C., & Roa, W. (2006). Competitividad del sector caña de azúcar en el Valle Del Cauca, Colombia. Universidad Tecnológica de Monterrey, 1-16.

Sánchez, D. (2020). ANÁLISIS FODA O DAFO. Madrid: Bobok Publishing S.L.

Schwabe, J., Fuentes, P., & Briede, J. C. (2016). Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos. Universidad Nacional de Colombia, 148-156.

Torres, J., & Yang, S. (1984). El balance hídrico y la programación de los riegos de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. *CENICAÑA*, 6-18.

Uribe, H., Lagos, L., & Holzaphel, E. (2001). Pivote Central. Comisión Nacional de Riego Corporación de Fomento de La Producción, 1-33.

Wu, W., Fu, W. X., Alatalo, J. M., Ma, Z., & Bai, Y. (2022). Effects of Coupling Water and Fertilizer on Agronomic Traits, Sugar Content and Yield of Sugarcane in Guangxi, China. *Agronomy*, 1-13.

Zambrano, O. (2018). Mejora continua en productividad organizacional y su impacto en colaboradores. *Desarrollo Gerencial*, Vol. 10 Núm. 2, 1-30.

Zapata, S. (2019). Estimación de los Componentes de Variación Genética en Caña de Azúcar (*Saccharum spp.*). Universidad Nacional, 1.

